

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

УДК 629.463.027.35:629.018

Н. Б. МАНКЕВИЧ^{1*}

^{1*}ООО «ГСКБВ им. В. М. Бубнова», пл. Машиностроителей, 1, г. Мариуполь, Украина, 87535, тел. +38 (0629) 51 86 43, эл. почта bubnov@azovmash.com

ДИНАМИКА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ НА ТЕЛЕЖКАХ МОДЕЛИ 18-1711 С РАЗНОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ КЛИНЬЕВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ

Цель. Провести анализ результатов исследования динамических показателей полувагона модели 12-1704-04 с осевой нагрузкой 23,5 тс на тележках модели 18-1750 и двух полувагонов модели 12-1905 с осевой нагрузкой 25 тс. Один из указанных полувагонов оборудован тележками модели 18-1711 с фрикционными клиньями рессорного подвешивания пространственной формы с увеличенным углом наклона к горизонтали линии пересечения контактных поверхностей между клином и надрессорной балкой. Другой полувагон модели 12-1905 оборудован тележками той же модели, на которых установлены фрикционные клинья с плоской формой контактной поверхности, имеющей угол наклона, как у клина тележки 18-100. На основании полученных результатов автор предполагает сделать выводы о целесообразности унификации конструкции надрессорной балки тележки модели 18-1711 с тележкой модели 18-100 по форме контактных поверхностей с элементами рессорного подвешивания. **Методика.** Исследование динамических показателей вагонов выполнялось при проведении ходовых динамических испытаний натурных образцов грузовых вагонов в опытном поезде в составе двух локомотивов, вагона-лаборатории и трех полувагонов указанных моделей. **Результаты.** Основные результаты динамических исследований представлены в виде графиков зависимости динамических показателей от скорости движения экспериментального поезда и свидетельствуют о том, что исследуемые полувагоны имеют удовлетворительные динамические показатели. При этом динамические показатели полувагона на тележках модели 18-1711, оборудованных клиньями плоской формы, в большинстве случаев лучше, чем у других полувагонов. **Научная новизна.** Получены результаты исследований вагонов на тележках модели 18-1711, позволяющие оценить зависимость динамических показателей вагона от параметров конструкции фрикционных клиньев рессорного подвешивания тележки. **Практическая значимость.** Литые детали тележки модели 18-1711 с осевой нагрузкой 25 тс могут быть использованы в качестве замены вышедших из строя деталей тележки модели 18-100 и ее аналогов.

Ключевые слова: динамика вагона; динамические испытания; вагон-эталон; осевая нагрузка; фрикционные клинья; унификация конструкции

Введение

Изучение мирового опыта создания ходовых частей грузовых вагонов имеет важное значение при создании отечественных разработок [2, 10, 13, 17–20].

В последнее время на сети железных дорог колеи 1520 мм начата эксплуатация грузовых

вагонов нового поколения с увеличенной осевой нагрузкой.

Вместе с тем одним из основных принципов проектирования является целесообразная унификация конструкции путем применения стандартных и типовых деталей [5].

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

Разработка и широкое освоение серийного производства унифицированных деталей тележек с разной осевой нагрузкой дает возможность предприятиям-изготовителям меньше зависеть от конъюнктуры рынка. Одновременно удовлетворяют потребности вагоностроительных и вагоноремонтных предприятий в комплектующих для ходовых частей вагонов как новой конструкции (с осевой нагрузкой 25 тс), так и вагонов с осевой нагрузкой 23,5 тс, серийное производство которых продолжается, а следовательно, учитывая сроки их эксплуатации (32 года) потребность в запасных комплектующих для их ходовых частей может сохраниться в течение ближайших 40–50 лет. Так же появляется возможность сократить расходы на содержание производственного и ремонтного оборудования, обеспечить ремонтпригодность и взаимозаменяемость деталей и узлов, что в свою очередь может сократить время ремонта и простоя вагонов по причине отсутствия необходимых запасных частей.

Тележка модели 18-1711 с осевой нагрузкой 25 тс уже прошла необходимый комплекс испытаний и имеет сертификат на изготовление опытной партии [1, 14–16]. Данная тележка оборудована унифицированной с тележкой 18-100 боковой рамой и перед началом подконтрольной эксплуатации тележки нового поколения была поставлена задача определить возможность унификации ее надрессорной балки с тележками предыдущего поколения.

Результаты проведенных предварительных сравнительных испытаний по воздействию на путь двух полувагонов, оборудованных тележками модели 18-1711 с разной конструкцией клиновой системы, и вагона-эталона (полувагона модели 12-1704-04) на тележках с характеристиками, аналогичными тележки модели 18-100 [6, 9], и показали возможность такой унификации [1].

Так как динамические характеристики ходовых частей подвижного состава железных дорог напрямую влияют на безопасную эксплуатацию поездов в разных режимах загрузки вагонов и во всем диапазоне скоростей их движения, то при проведении контрольных испытаний по воздействию на путь указанных вагонов, дополнительно были проведены ходовые динамические испытания вагонов в грузе-ном режиме.

Цель

Получение данных динамических показателей, подтверждающих возможность унификации конструкции поверхностей контакта надрессорной балки с деталями рессорного подвешивания тележки модели 18-100.

Методика

Исследование динамических показателей вагонов в грузе-ном режиме выполнялись при проведении ходовых динамических испытаний натуральных образцов грузовых вагонов в опытном поезде в составе двух локомотивов, вагона-лаборатории и трех полувагонов указанных моделей. Испытания проведены в соответствии с действующими нормативными документами [5, 11].

Результаты

В статье представлены результаты сравнительных ходовых динамических испытаний полувагона модели 12-1704-04 с осевой нагрузкой 23,5 на тележках 18-1750 тс и двух полувагонов модели 12-1905 с осевой нагрузкой 25 тс, один из которых оборудован тележками модели 18-1711 с фрикционными клиньями рессорного подвешивания пространственной формы с увеличенным углом наклона к горизонтали линии пересечения контактных поверхностей между клином и надрессорной балкой (рис. 1, а) [8], другой полувагон модели 12-1905 оборудован тележками той же модели, на которой установлены фрикционные клинья с плоской формой контактной поверхности, имеющей угол наклона как у клина тележки 18-100. Клин с плоской формой контактной поверхности и полимерной накладкой устанавливается в тележку модели 18-100 при ее модернизации по проекту С03.04 (рис. 1, б) [3, 4].

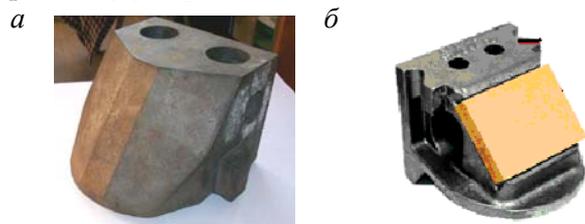
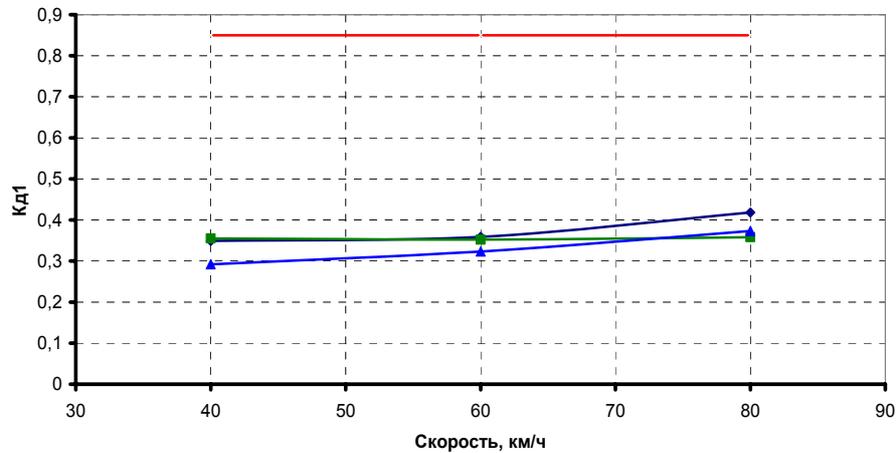


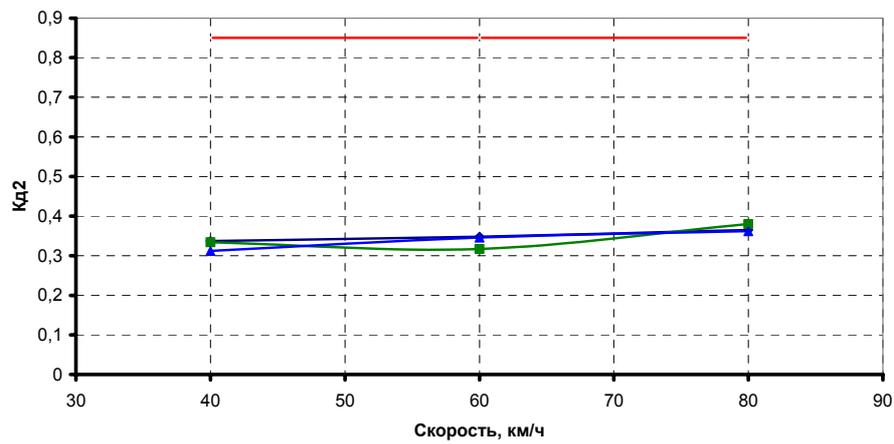
Рис. 1. Общий вид клиньев рессорного подвешивания тележек модели 18-1711 пространственной (а) и плоской (б) формы

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

Коэффициент вертикальной динамики необрессоренных частей вагонов (сторона 1)



Коэффициент вертикальной динамики необрессоренных частей вагонов (сторона 2)



Рамные силы в долях осевой нагрузок (коэффициент горизонтальной динамики)

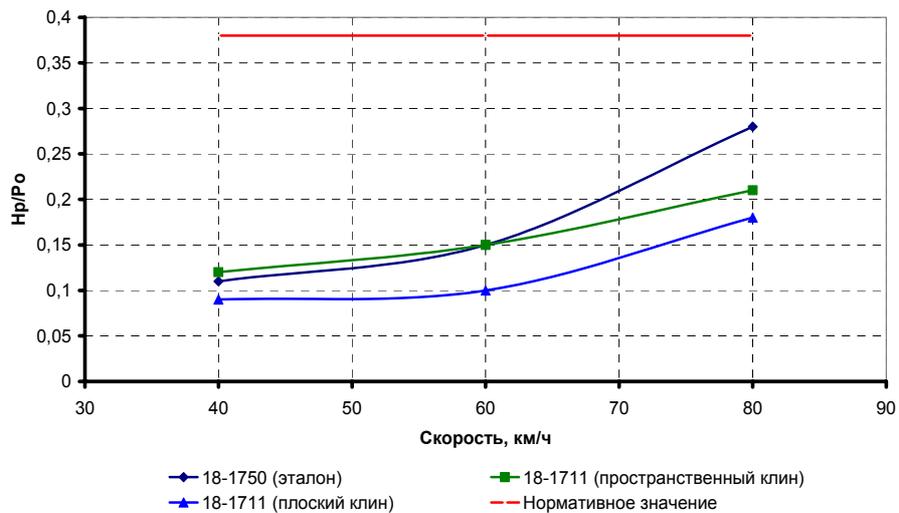
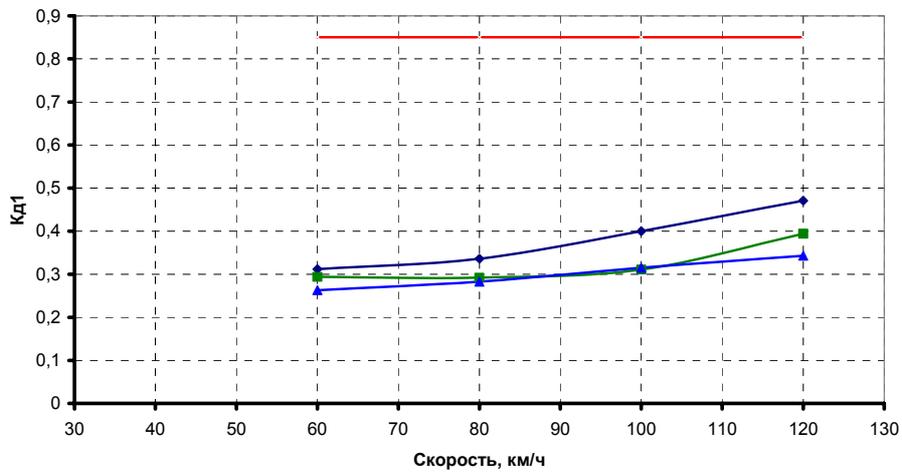


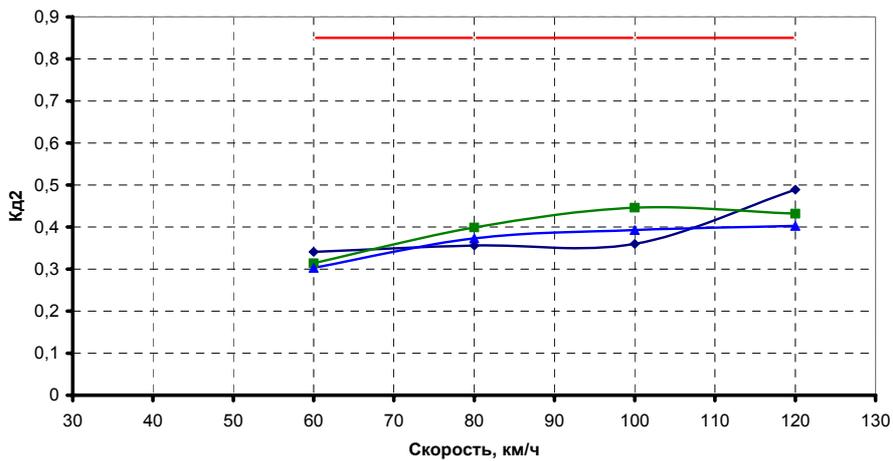
Рис. 2. Динамические показатели исследуемых вагонов в кривой радиусом 350 м

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

Коэффициент вертикальной динамики необрессоренных частей вагонов (сторона 1)



Коэффициент вертикальной динамики необрессоренных частей вагонов (сторона 2)



Рамные силы в долях осевой нагрузки (коэффициент горизонтальной динамики)

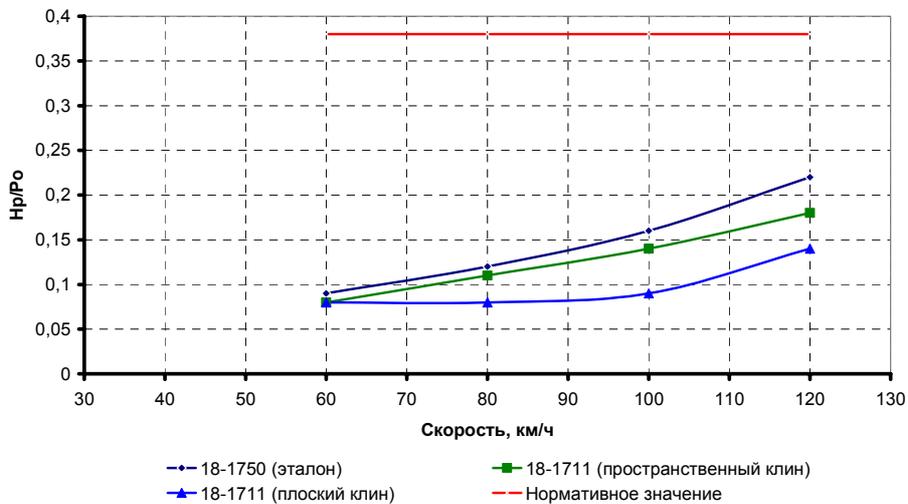
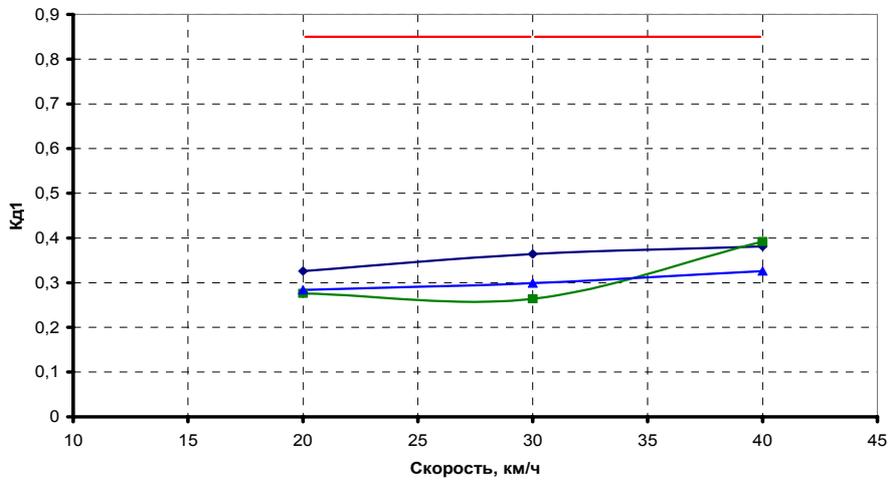


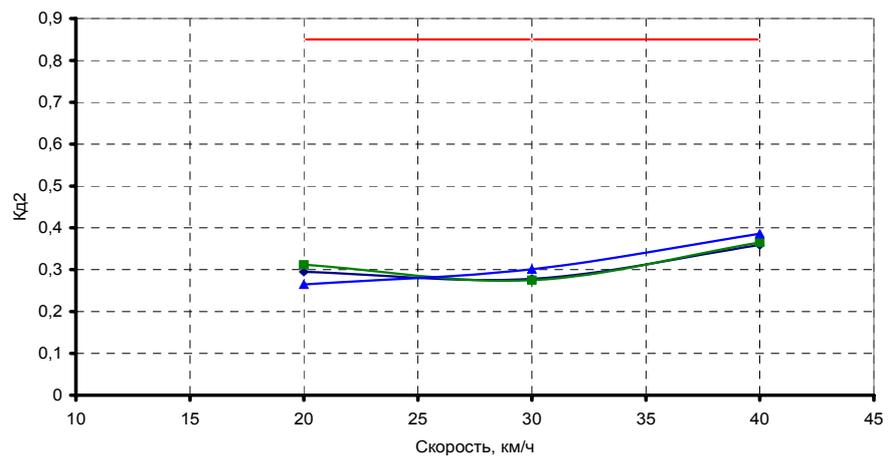
Рис. 3. Динамические показатели исследуемых вагонов в кривой радиусом 650 м

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

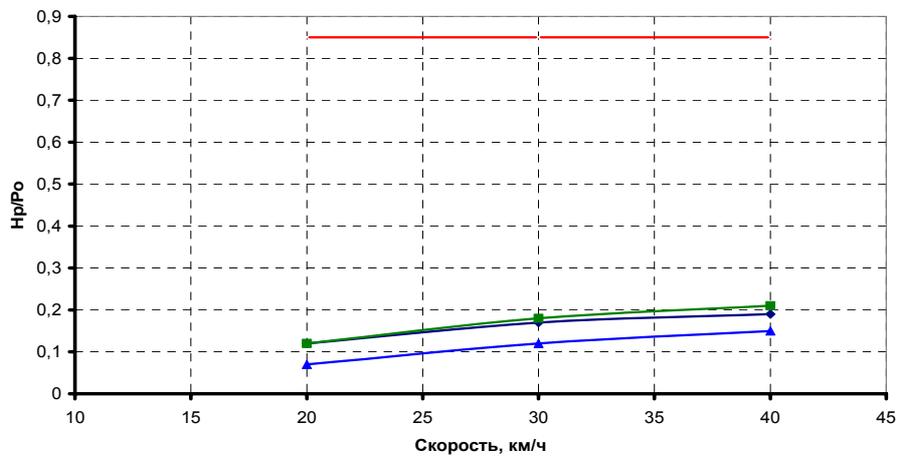
Коэффициент вертикальной динамики необрессоренных частей вагонов (сторона 1)



Коэффициент вертикальной динамики необрессоренных частей вагонов (сторона 2)



Рамные силы в долях осевой нагрузки (коэффициент горизонтальной динамики)



◆ 18-1750 (эталон) ■ 18-1711 (пространственный клин)
▲ 18-1711 (плоский клин) — Нормативное значение

Рис. 4. Динамические показатели исследуемых вагонов при прохождении стрелочных переводов

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

Результаты испытаний вагонов представлены в виде графиков зависимости основных показателей качества хода от скорости движения (рис. 2–4). Анализ полученных данных показывает, что динамические характеристики полувагонов на тележках 18-1711 с разной конструкцией клина и вагона-эталона в груженом режиме, при движении с различными скоростями вплоть до конструкционной, в кривых участках пути и по стрелочным переводам, соответствующим требованиям [14, 15].

Так при движении по кривым участкам пути динамические показатели полувагонов на тележках модели 18-1711 в среднем на 25...30 % лучше, чем у вагона-эталона. При этом показатели полувагона на тележках модели 18-1711 с плоским клином на 10...15 % лучше, чем у полувагона на тележках той же модели, но с пространственным клином.

Динамические показатели полувагонов на тележках моделей 18-1711 и вагона-эталона в груженом режиме при движении по стрелочным переводам примерно одинаковы.

Научная новизна и практическая значимость

Получены динамические характеристики грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 с разной конструкцией клиновых гасителей колебаний, которые подтверждают возможность унификации надрессорной балки тележки указанной модели с тележкой модели 18-100 в части контактных поверхностей с элементами рессорного подвешивания.

Литые детали тележки модели 18-1711 полностью унифицированные по своим присоединительным размерам с тележками предыдущего поколения и могут быть использованы в качестве замены вышедшим из строя деталям тележки модели 18-100 и ее аналогов.

Выводы

1. Результаты сравнительных испытаний показывают, что все исследованные вагоны обладают удовлетворительными динамическими качествами.

2. Максимальная унификация деталей и узлов их ходовых частей и кузовов с вагонами предыдущего поколения обеспечивает их ремонтпригодность на существующей инфраструктуре железных дорог колеи 1 520 мм.

3. Для обеспечения безопасности движения при производстве и ремонте вагонов нового поколения, узлы и детали которого унифицированы с вагонами предыдущего поколения, необходимо исключить возможность «обратной» замены, т.е. установки на вагон нового поколения деталей устаревшей конструкции. Для этого существует множество методов контроля, например логический контроль через информационно-аналитическую систему вычислительных центров железных дорог.

4. Для надрессорной балки тележки модели 18-1711 проблема «обратной» замены не является актуальной, так как увеличенный в соответствии с действующими нормативными документами диаметр ее подпятника больше, чем у тележек с осевой нагрузкой 23,5 тс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бубнов, В. М. Воздействие на путь грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 с разной конструкцией клина рессорного подвешивания / В. М. Бубнов, Н. Б. Манкевич, С. В. Мямлин // Трансп. Росс. Федерации. – 2013. – № 3 (46). – С. 36–38.
2. Бороненко, Ю. П. Инновации в тележках грузовых вагонов: реальность и перспективы / Ю. П. Бороненко, Е. А. Рудакова, А. М. Орлова // Наука и трансп., спец. вып. «Модернизация ж.-д. трансп». – СПб, 2009. – С. 14–17.
3. Комплексная модернизация ходовых частей грузовых вагонов / В. Ф. Ушкалов, Т. Ф. Мокрый, И. Ю. Малышева и др. // Вагон. парк. – 2007. – № 2. – С. 18–22.
4. Модернизация ходовых частей грузовых вагонов / В. Ф. Ушкалов, Т. Ф. Мокрый, М. М. Жечев и др. // Заліз. трансп. України. – 2003. – № 5. – С. 33–36.
5. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М. : ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 352 с.
6. Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям государственной администрации железнодорожного транспорта Украины шириной 1520 мм, утвержденные приказом Укрзалізничці от 14.12.2010. – № 778-Ц. – Киев, 2011. – 72 с.
7. Орлова, А. М. Тележка модели 18-9810: современные технологии, безопасность движения, снижение износа / А. М. Орлова, Е. А. Щербачков // Вагоны и вагон. хоз-во. – 2010. – № 2. – С. 24–26.

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

8. Пат. 76584 С2 Україна, МПК В 61 F 3/00, В 61 F 5/26, В 61 F 5/30. Візок двовісний для вантажних вагонів / Волков В. А., Чепурний А. Д., Бубнов В. М., Тусіков Є. К., Сокирко Б. М., Котенко П. М., Бороненко Ю. П., (Росія), Орлова А. М., (Росія), Рудакова Є. А., (Росія), Васільєв С. Г., (Росія), Державець Ю. А., (Росія), Аношін Г. В. (Росія) ; заявитель и патентообладатель ТОВ «ГСКБВ», ВАТ «МЗВМ», ВАТ «Азовзалалемаш» – № 2004080712 ; заявл. 21.08.2004 ; опубл. 15.08.2006, Бюл. № 8. – 82 с.
9. Приказ МПС России № 41 от 12 ноября 2001 г. «О нормах допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм». – М. : Транспорт, 2001. – 52 с.
10. Райков, Г. В. Комплектации грузового вагона ходовыми частями, как фактор достижения его проектных межремонтных пробегов / Г. В. Райков, И. А. Иванов, М. А. Кузнецов // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты : тез. докл. 7-й междунар. научно-техн. конф. / ПГУПС. – СПб., 2011. – С. 185–187.
11. РД 24.050.37-95. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества. – М. : ГосНИИВ, 1995. – 101 с.
12. Францев, А. Н. Насколько ремонтпригодны тележки повышенной грузоподъемности? / А. Н. Францев, И. А. Францев // Вагоны и вагон. хоз-во. – 2012. – № 3. – С. 21–22.
13. Харыбин, И. А. Совершенствовать ходовую часть грузовых вагонов / И. А. Харыбин, А. М. Орлова, А. В. Додонов // Вагоны и вагон. хоз-во. – 2009. – № 1. – С. 26–29.
14. Bubnov, V. Dynamics of freight cars on bogies model 18-1711 / V. Bubnov, S. Myamlin, N. Mankevych // Railway bogies and running gears (9.09-12.09.2013) : Proc. of the 9th Intern. Conf. – Budapest, 2013. – P. 37–39.
15. Bubnov, V. M. Dynamic performance of freight cars on bogies model 18-1711 / V. M. Bubnov, S. V. Myamlin, N. B. Mankevych // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. – 2013. – № 4 (46). – С. 118–126.
16. Bubnov, V. Theoretical and experimental investigations of strength properties of cast parts for freight cars bogie with axle load of 245 kN / V. Bubnov, S. Myamlin, N. Mankevych // Transbaltica : Proc. of 8th Intern. Sci. Conf. 2013. – Vilnius, 2013. – P. 9–12.
17. Pat. 2010/0064930 A1, USA, Int. Cl B61F5/32, B61F5/50, B61F5/00. Railway truck with bearing adapter / Ralph H. Schorr, Peter Klauser, Jay P. Monaco, Gnana Jeevan Robinson, Manuel Tavares (USA) ; Amsted Industries Inc. – № 12/283,688 ; filed 16.09.09 ; publ. 18.03.10.
18. Pat. 208/0271633 A1, USA, Int. Cl B61F5/50. Rail road car truck and fitting therefor / James W. Forbes (USA) ; National Steel Car Ltd. – № 11/931,095 ; filed 31.10.07 ; publ. 06.11.08.
19. Pat. 2005/0268813 A1, USA, Int. Cl B61F5/26. Railway trucks pedestal bearing adapter / Charles L. Van Auken (USA) ; Amsted Industries Inc. – № 10/856,830 ; filed 01.01.04 ; publ. 30.12.04.
20. Patent 2007/0034108 A1, USA, Int. Cl B61D1/00. Non-metallic insert for rail car bolster wedge / John W. Rudibaugh, Charles L. Van Auken ; Amsted Industries Inc. – № 11/201,814 ; filed 12.08.05 ; publ. 15.02.07.

М. Б. МАНКЕВИЧ^{1*}

^{1*}ТОВ «ГСКБВ ім. В. М. Бубнова», пл. Машинобудівельників, 1, Маріуполь, Україна, 87535, тел. +38 (0629) 51 86 43, ел. пошта bubnov@azovmash.com

ДИНАМІКА ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ НА ВІЗКАХ МОДЕЛІ 18-1711 ІЗ РІЗНОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ КЛИНІВ РЕСОРНОГО ПІДВІШУВАННЯ

Мета. Провести аналіз результатів дослідження динамічних показників піввагона моделі 12-1704-04 з осьовим навантаженням 23,5 тс на візках моделі 18-1750 та двох піввагонів моделі 12-1905. Один із вказаних піввагонів обладнаний візками моделі 18-1711 із фрикційними клинами ресорного підвішування просторової форми зі збільшеним кутом нахилу до горизонталі лінії перетину контактних поверхонь між клином та надресорною балкою. Інший піввагон моделі 12-1905 обладнаний візками тієї ж моделі, на яких встановлені клини з пласкою формою, що мають кут нахилу, аналогічний візку моделі 18-100 та його аналогам. На підставі отриманих результатів автор планує зробити висновки щодо доцільності уніфікації конструкції надресорної балки візка моделі 18-1711 із візком моделі 18-100 за формою контактних поверхонь з елементами ресорного підвішування. **Методика.** Дослідження динамічних показників вагонів відбувалося при виконанні ходових динамічних випробувань натурних зразків вантажних вагонів

© Н. Б. Манкевич, 2014

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

у дослідному потязі, що складався з двох локомотивів, вагона-лабораторії та трьох дослідних піввагонів указаних моделей. **Результати.** Основні результати динамічних досліджень представлені у вигляді графіків залежності динамічних показників від швидкості руху експериментального поїзда й свідчать про те, що всі дослідні піввагони мають задовільні динамічні показники. При цьому динамічні показники піввагона на візках моделі 18-1711, що обладнані клинами плоскої форми, у більшості випадків кращі, ніж в інших піввагонів. **Наукова новизна.** Отримано результати досліджень вантажних вагонів, які дозволяють оцінити залежність динамічних показників вагона від параметрів конструкції фрикційних клинів ресорного підвішування візка. **Практична значимість.** Литі деталі візка моделі 18-1711 з осьовим навантаженням 25 тс можуть бути використані в якості заміни деталей візка моделі 18-100 та її аналогів, що вийшли з ладу.

Ключові слова: динаміка вагона; динамічні випробування; вагон-еталон; осьове навантаження; фрикційні клини; уніфікація конструкцій

N. B. MANKEVYCH^{1*}

^{1*}LTD «GSKBV named after V. M. Bubnov», Mashinostroiteley Sq, 1, Mariupol, Ukraine, 87535, tel. +38 (0629) 51 86 43, e-mail bubnov@azovmash.com

DYNAMICS OF FREIGHT CARS ON BOGIES MODEL 18-1711 WITH DIFFERENT WEDGE DESIGNS OF SPRING SUSPENSION

Purpose. To analyze the results of the study of dynamic parameters of a gondola car, model 12-1704-04 with axle load 23.5 ton in bogies, models 18-1750 and two gondola cars, model 12-1905 with axial load of 25 ton, one of which is equipped with bogies, model 18-1711 with friction wedges of spring suspension with spatial form with increased angle to the horizontal line of intersection of the contact surfaces between the wedge and bolster. The other gondola car, model 12-1905 is equipped with bogies of the same model on which the friction wedges fitted with a flat form of contact surface. It has an angle of inclination like a wedge of bogie, model 18-100. On the basis of the obtained results to draw conclusions about the feasibility of unification design bogie bolster, model 18-1711 with bogie, model 18-100 by contact surfaces with elements of spring suspension. **Methodology.** Research on dynamic performance of cars was performed during running dynamic tests of specimens of freight cars in experimental train consisting of two locomotives, a laboratory, and three gondola cars of the above mentioned models. **Findings.** Main results of dynamic studies are presented as graphs of indicators on the speed of the train and the experimental evidence that the freight gondola cars on bogies, model 18-1711 with flat-shaped wedges, in most cases are better than the others. **Originality.** Research results of cars on bogies, model 18-1711 were obtained. They let assess the dependence of the dynamic performance of the car from the design of the friction wedges of spring suspension. **Practical value.** Cast parts of bogie, model 18-1711 with 25 ton axle load can be used as a replacement of defective parts of bogie, model 18-100 and its analogs.

Keywords: dynamics of the railcar; the dynamic tests; the axle load; friction wedges; bolster; unification structures

REFERENCES

1. Bubnov V.M., Myamlin S.V., Mankevych N.B. Vozdeystviye na put gruzovykh vagonov na telezhkakh modeli 18-1711 s raznoy konstruktsiyey klina resornogo podveshivaniya [Effect on the railway from freight cars on a track model 18-1711 with different wedge designs of spring hanging]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2013, no. 3 (46), pp. 36-38.
2. Boronenko Yu.P., Rudakova Ye.A., Orlova A.M. Innovatsii v telezhkakh gruzovykh vagonov: realnost i perspektivy [Innovations in freight car bogies: reality and prospects]. *Nauka i transport, spetsialnyy vypusk «Modernizatsiya zheleznodorozhnogo transporta»* [Science and Transport. Special issue «Modernization of railway Transport»]. Saint Petersburg, 2009, pp. 14-17.
3. Ushkalov V.F., Mokriy T.F., Malysheva I.Yu., Maschenko I.A., Pasichnyk S.S. Kompleksnaya modernizatsiya khodovykh chastey gruzovykh vagonov [Complex modernization of running parts of freight railcars]. *Vagonnyy park – Wagon fleet*, 2007, no 2. pp. 18-22.
4. Ushkalov V.F., Mokriy T.F., Zhechev M.M., Serebryanny I.A., Malysheva I.Yu. Modernizatsiya khodovykh chastey gruzovykh vagonov [Modernization of running parts of freight railcars]. *Zaliznychnyi transport Ukraine – Railway Transport of Ukraine*, 2003, no. 5, pp. 33-36.

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

5. *Normy dlya rascheta i proyektirovaniya vagonov zheleznykh dorog MPS kolei 1520 mm (nesamokhodnykh)* [Norms for analysis and design of railway wagons MPS for 1520 mm gauge]. Moscow, GosNIIV-VNIIZhT Publ., 1996. 352 p.
6. *Normy dopuskayemykh skorostey dvizheniya podvizhnogo sostava po zheleznodorozhnym putyam gosudarstvennoy administratsii zheleznodorozhnogo transporta Ukrainy shirinoy 1520 mm* [Norms of permitted speeds of rolling stock on railroad tracks of State Administration of Railway Transport of Ukraine, width 1520 mm.]. Kyiv, 2011. 72 p.
7. Orlova A.M., Shcherbakov Ye.A. Teleshka modeli 18-9810: sovremennyye tekhnologii, bezopasnost dvizheniya, snizheniye iznosa [Bogie model 18-9810: date technologies, traffic safety, wear reduction]. *Vagony i vagonnoye khozyaystvo – Wagons and wagon facilities*, 2010, no. 2, pp. 24-26.
8. Volkov V.A., Chepurnyi A.D., Bubnov V.M., Tusikov Ye.K., Sokyрко B.M., Kotenko P.M., Boronenko Yu.P., Orlova A.M., Rudakova Ye.A., Vasiliev S.H., Derzhaviets Yu.A., Anoshin H.V. *Vizok dvovisnyi dlia vantazhnykh vahoniv* [Bogie track for freight cars]. Patent UA, no. u 2004080712, 2004.
9. *O normakh dopuskayemykh skorostey dvizheniya podvizhnogo sostava po zheleznodorozhnym putyam kolei 1520 (1524) mm* [The norms of permissible speeds of rolling stock movement on railroad tracks, 1520 (1524) mm]. Moscow, Transport Publ., 2001. 52 p.
10. Raykov G.V., Ivanov I.A., Kuznetsov M.A. Komplektatsii gruzovogo vagona khodovymi chastyami, kak faktor dostizheniya yego proyektnykh mezhremontnykh probegov [Accomplishing the freight wagon with running gears as means to achieve its design inter-repair distances]. *Tezisy dokladov 7-y mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Podvizhnoy sostav XXI veka: idei, trebovaniya, projekty»* [Proc. of the 7th Int. Conf. «Rolling stock of XXIst century: ideas, requirements, projects»]. Saint Petersburg, 2011, pp. 185-187.
11. RD 24.050.37-95 *Vagony gruzovyye i passazhirskiye. Metody ispytaniy na prochnost i khodovyye kachestva* [Freight and passenger cars. Test methods for durability and drive ability]. Moscow, GosNIIV Publ., 1995. 101 p.
12. Frantsev A.N., Frantsev I.A. Naskolko remontoprigozny telezhki povyshennoy gruzopodyemnosti? [How are maintainable bogies with increased load capacity?]. *Vagony i vagonnoye khozyaystvo – Wagons and wagon facilities*, 2012, no. 3, pp. 21-22.
13. Kharybin I.A., Orlova A.M., Dodonov A.V. Sovershenstvovat khodovuyu chast gruzovykh vagonov [Refine the running gears of freight cars]. *Vagony i vagonnoye khozyaystvo – Wagons and wagon facilities*, 2009, no. 1, pp. 26-29.
14. Bubnov V.M., Myamlin S.V., Mankevych N.B. Dynamic performance of freight cars on bogies model 18-1711. *Nauka ta progres transportu. Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu – Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 2013, no. 4, pp.118-126.
15. Bubnov V., Myamlin S., Mankevych N. Dynamics of freight cars on bogies model 18-1711. Proc. of the 9th Intern. Conf. «Railway bogies and running gears». Budapest, 2013, pp. 37-39.
16. Bubnov V., Myamlin S., Mankevych N. Theoretical and experimental investigations of strength properties of cast parts for freight cars bogie with axle load of 245 kN. Proc. of the 8th Intern. Sci. Conf. «Transbaltica». Vilnius, 2013, pp. 9-12.
17. Ralph H. Schorr, Peter Klauser, Jay P. Monaco, Gnana Jeevan Robinson, Manuel Tavares. Railway truck with bearing adapter. Patent USA no. 2010/0064930 A1, 2009.
18. James W. Forbes. Rail road car truck and fitting therefor. Patent USA no. 208/0271633 A1, 2009.
19. Charles L. Van Auken. Railway trucks pedestal bearing adapter. Patent USA, no. 2005/0268813 A1, 2004.
20. John W. Rudibaugh, Charles L. Van Auken. Non-metallic insert for rail car bolster wedge. Patent USA, no. 2007/0034108 A1, 2005.

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. В. Л. Горобцом (Украина); д.т.н., проф. О. О. Бейгулом (Украина)

Поступила в редколлегию 28.11.2013

Принята к печати 10.01.2014